



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juhana Hemminki

Pohjaosan suunnittelu

Tekniikka ja liikenne
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juhana Hemminki
Opinnäytetyön nimi	Pohjaosan suunnittelu
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	28
Ohjaaja	Mika Billing

Opinnäytetyö tehtiin Vaasalaiselle yritykselle. Tavoitteena oli suunnitella uusi pohjaosa tuotteeseen tuotantoprosessin helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi kustannustehokkaalla tavalla.

Työssä suunniteltiin ja mallinnettiin pohjaratkaisu sekä laskettiin säästyvä muovi-massa vanhaan malliin vertailtaessa.

Uudella pohjaosalla pyritään vähentämään sekä hukkaan menevän, että käytettävän massan määrää, vähentämään valmistukseen kuluvia työtunteja, sekä helpottamaan poraamista ja hitsaamista.

Lopputuloksena saatiin 3D-mallinnus, valmistusmahdollisuudet sekä laskettiin vuositasolla saavutettavat säästöt tuotantoprosessista.

Avainsanat	kustannustehokkuus, muotoilu, mallinnus
------------	---

ABSTRACT

Author	Juhana Hemminki
Title	Designing ground for wastewater wells
Year	2015
Language	Finnish
Pages	28
Name of Supervisor	Mika Billing

This thesis was ordered by company located in Vaasa. The goal was to design a new bottom part to expedite and simplify production process in a cost-effective manner.

In the thesis the plan for a new bottom part was designed and modeled. Savings on used plastic mass were also calculated.

The purpose of the new base is to reduce wasted mass and mass that is used, it was also designed to reduce hours needed to produce the product and ease drilling and welding of the product.

As a result of thesis, a 3D-model of the product, manufacturing possibilities and calculations of savings which are possible on an annual basis.

Keywords	cost-effectiveness, design, modeling
----------	--------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
1.1	Opinnäytetyön aihe	8
1.2	Tavoitteet ja rajoitteet	8
2	UPONOR INFRA OY	9
2.1	KWH Group historiaa	9
2.2	Uponor Oyj historiaa.....	10
3	AHTOPURISTUS	11
4	MUOVIHITSAUS.....	12
4.1	Ekstruusiohitsaus	13
4.2	Kuumakaasuhitsaus.....	14
4.3	Puskuhitsaus.....	14
5	3D-MALLINNUS	15
6	TUOTEKEHITYS	16
6.1	Mitä on tuotekehitys?.....	16
6.2	Miksi sitä tarvitaan?.....	17
6.3	Tuotekehityksen vaiheet	18
7	HAASTATTELUT	19
7.1	Haastateltavat	19
7.2	Haastattelun tärkeimmät kohdat	19
8	NYKYTILANNE JA TOIVOTTAVAT MUUTOKSET.....	20
8.1	Paino	20
8.2	Muotoilu.....	20
8.3	Valmistus	21
8.4	Poraus/hitsaus	21
9	MALLINNUS.....	22

9.1 Pohjan yläosa	22
9.2 Pohjan alaosa	23
9.3 Pohjan sisäkuppi	24
10 MITAT	25
11 VALMIS TUOTE.....	26
12 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Heftaus	Ennen varsinaista hitsausta tehtävä kevyt hitsaus, jonka tarkoituksena on pitää kappaleet kiinni toisissaan hitsauksen ajan
Plastisointi	Muovien saattaminen viskositeetiltaan ruiskuvalettavaan tilaan
Inerttikaasu	Reaktiokyvytön kaasu eli ei pysty reagoimaan kemiallisesti muiden aineiden kanssa
Liittymä	Kaivoon porattava ja hitsattava putkenpätkä, johon kiinnitetään muualta tulevat vesiputket muhvia hyväksi käyttäen

KUVALUETTELO

Kuva 1. Ahtopuristuksen toimintaperiaate

Kuva 2. Hitsauslankaa käyttävän ekstruuderin rakenne

Kuva 3. Teollisuuden tuotekehitysprosessi

Kuva 4. Vanhan mallin luonnos

Kuva 5. Uuden pohjan yläosan mallinnus

Kuva 6. Pohjan alaosa

Kuva 7. Uuden mallin mitat

Kuva 8. Poikkileikkauskuva valmiista mallista.

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyö tehtiin Vaasalaiselle yritykselle. Työn aiheena oli suunnitella Ø1 720 mm halkaisijaltaan oleville jätevesikaivoille uusi pohja vanhan tilalle.

Jätevesikaivo koostuu kolmesta eri osasta: teleskooppirengas, nousuputki ja pohja-osa. Pohja on jätevesikaivon painavin ja kallein osa.

1.2 Tavoitteet ja rajoitteet

Tavoitteena oli suunnitella ja mallintaa kokonaan uusi pohja Ø1 720 mm jätevesikaivoille ja toiveena oli myös, että uutta pohjaa voitaisiin käyttää suurempiinkin kaivoihin kuin Ø1 720 mm, esimerkiksi yläpinnalle hitsattavalla jatkopalalla, jolloin siihen saataisiin kiinni halkaisijaltaan leveämpi nousuputki.

Tällä hetkellä käytössä olevan mallin suurimpia ongelmia kalliin hinnan lisäksi ovat mm. liian suuri paino, hukkaan menevä muovimassa, valmistus vie liikaa työtunteja, liikaa välivaiheita, vaikea porata ja hitsata.

Uutta pohjaa suunnitellessa kaikki nämä vanhan pohjamallin ongelmat otettiin huomioon ja niitä pyrittiin parantamaan tai poistamaan. Pohjan materiaali ja valmistustapa tulee pysymään samana eli polyeteeni ja ahtopuristus.

Aihe itsessään oli jo aika rajattu, joten suunnitellessa tärkeimpänä täytyi ottaa huomioon jätevesikaivojen pohjaa koskevat yleiset standardit, joita löytyi vain yksi.

2 UPONOR INFRA OY

Uponor on yksi johtavista asumisen ja rakentamisen järjestelmätoimittajista Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa sekä markkinajohtaja yhdyskuntatekniikan putkijärjestelmissä Pohjoismaissa. Uponorin vahvuus perustuu laajaan maantieteelliseen toimintaan, pitkään kokemukseen asiakaspalvelusta julkisessa ja asuin- ja liikeraikentamisessa sekä yhdyskuntatekniikassa, kuten myös yhtiön kykyyn täyttää asiakkaiden vaatimukset ammattitaidolla./1/

Uponor Infra Oy syntyi 1.heinäkuuta 2013 KWH Pipen, joka oli osa KWH Yhtymää, ja Uponorin yhdyskuntateknisten liiketoimintojen fuusiossa. Uusi yritys on markkinajohtaja Pohjois-Euroopassa ja lisäksi sillä on liiketoimintaa Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa. KWH Group omistaa Uponor Infra Oy:stä 44.7 % ja Uponor loput 55.3 %. /1/

2.1 KWH Group historiaa

KWH Groupin juuret juontavat 1920- ja 1930-luvuille, jolloin Oy Wiik & Höglund Ab ja Oy Keppo Ab aloittivat toimintansa. KWH Group syntyi vuonna 1984 näiden kahden firman fuusioituessa. Muovialalle siirryttiin vuonna 1951 Oy Wiik & Höglund Ab:n toimesta Oy Keppo Ab:n keskittyessä turkistarhaukseen. Vuonna 1966 Keppo osti Jepualla sijainneen hiomatarvikeyritys Mirkan ja 7 vuotta myöhemmin yritykset yhdistyivät yhdeksi.

KWH Group on edelleen perheyrittäjä, jonka juuret ovat Pohjanmaalla. Yhtymän toimitusjohtajana toimii Peter Höglund ja päätoimipiste on Vaasassa.

KWH Group voidaan jakaa nykyään kolmeen itsenäiseen liiketoimintaan: KWH Mirka, KWH Logistics ja KWH Invest, Mirkan ollessa näistä kolmesta merkittävin ja se on alallaan maailman kolmanneksi suurin. /2/ /3/

2.2 Uponor Oyj historiaa

Uponorin juuret syntyivät vuonna 1918, jolloin Aukusi Asko-Avonius perusti puusepäntehtään Lahteen, joka myöhemmin tunnettiin Asko-nimellä. Askosta myöhemmin kasvoi yksi Suomen suurimmista huonekaluketjuista. 1990-luvulta asti Asko on ollut Keskon omistuksessa.

Vuonna 1938 perustettiin Askon sisaryhtiö UPO Oy, joka valmisti erilaisia metallituotteita ja josta myöhemmin kasvoi Suomen suurin kodinkonevalmistaja.

Muovituotteisiin siirtyminen alkoi vuonna 1965, kun UPO Oy perusti Nastolaan muovitehtaan. Muoviteollisuus jatkoi laajentumistaan ja vuonna 1982 Asko perusti tytäryhtiön Oy Uponor Ab, johon keskitettiin kaikki muovituotanto. Vuoteen 1990 mennessä yritys oli noussut Pohjoismaiden suurimmaksi muoviputkivalmistajaksi ja alkoi laajentua muualle Eurooppaan. 90-luvun aikana Asko luopui useista liiketoiminnoistaan ja 31.12.1999 se fuusioitui Uponoriin, jolloin Oy Uponor Ab lakkautettiin ja Asko muutti nimensä Uponor Oyj:ksi. /4/

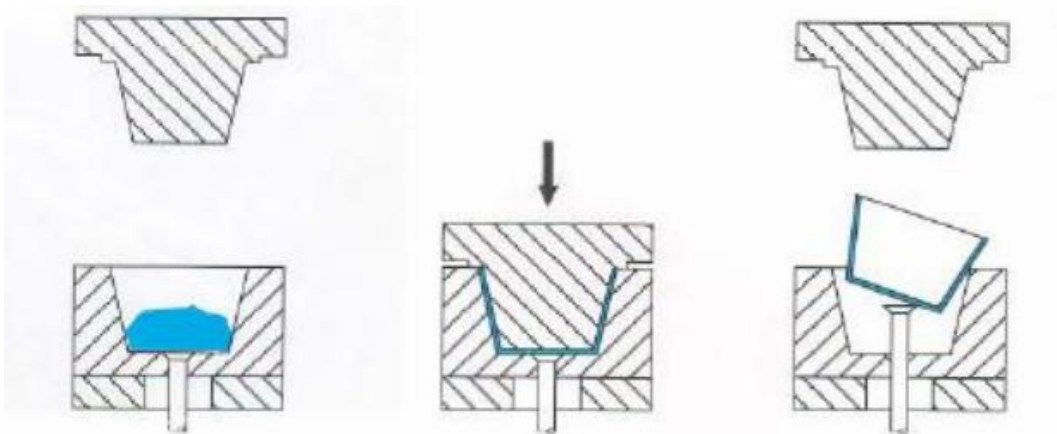
3 AHTOPURISTUS

Ahtopuristus on muovituotteiden valmistusmenetelmä, jolla valmistetaan nykyinen pohja ja tullaan valmistamaan myös uusi malli.

Ahtopuristus on yksinkertaisinta muottituotteiden valmistusta, jossa muotti on useimmiten kaksiosainen. Muotin osat ovat kiinni puristinlevyissä, jotka voivat olla lämmitettäviä (**Kuva 1**).

Raaka-aine siirretään muotin alaosaan, jonka jälkeen ylä- ja alaosa puristetaan yhteen. Muotissa on purseurat, joihin kaasut ja ylimääräinen muovimassa virtaavat. Lämpötila, puristus- ja jäähtymisaika riippuvat kappaleen muodosta, koosta sekä materiaalista.

Kappaleen poisto muotista voi tapahtua vetämällä, työntämällä tai paineilmalla. Kuitenkin niin, ettei kappale tai muotti vahingoitu. /9/



Kuva 1. Ahtopuristuksen toimintaperiaate

4 MUOVIHITSAUS

Muovihitsaus on tapa, jolla kestopuovit liitetään toisiinsa. Kertamuoveja ei voi hitsata, koska ne eivät pehmene lämmitettäessä vaan sulavat tai palavat. Yleisesti pääsääntönä kuitenkin pidetään, että vain samaa muovimateriaalia olevia kappaleita voi hitsata toisiinsa.

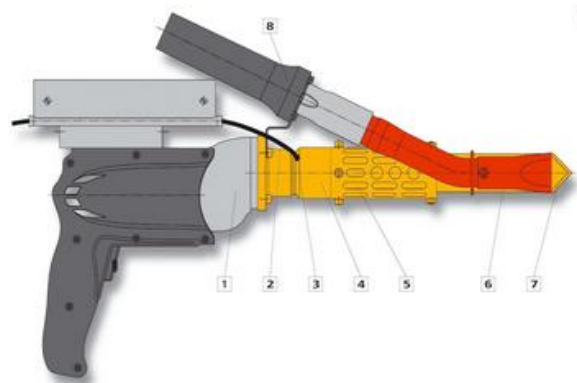
Muovihitsauksen periaate on sama kuin esimerkiksi metalleja hitsattaessa, hitsattavat kappaleet liitetään toisiinsa lämmön ja paineen avulla. Muovihitsauksen voi tehdä käyttäen lisäainetta tai olla käyttämättä, jolloin hitsattavien kappaleiden hitsauspinnat pehmennetään kuumentamalla ja puristetaan yhteen, jolloin kappaleiden materiaalit sekoittuvat eli tapahtuu diffuusio. Lämpötilan laskiessa kappaleet palautuvat normaaliin tilaansa ja pinnat ovat hitsautuneet toisiinsa. Kappaleita hitsatessa tärkeimpänä on pitää huoli, että hitsattavat pinnat ovat puhtaat, jolloin sauma tarttuu hyvin.

Jätevesikaivoja tehtäessä käytetään enimmäkseen ekstruusio-, kuumakaasu- ja puskuhitsausta. /5/

4.1 Ekstruusiohitsaus

Ekstruusiohitsaus (**Kuva 2.**), jossa lisäaine sulatetaan kokonaan käyttäen erillistä plastisointiyksikköä, sopii erinomaisesti paksujen muovikappaleiden hitsaukseen, jotka ovat ongelmallisia muovin pehmenemisen ja lämmönjohtumisen vuoksi.

Hitsauslanka syötetään ekstruuderilta putkea pitkin hitsauspäähän, jonka muoto vaihtelee sen mukaan minkälaista saumaa halutaan. /5/



- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Moottori | 5. Ruuvi |
| 2. Hitsauslanka | 6. Esilämmityssuutin |
| 3. Hitsauslangan syöttöjärjestelmä | 7. Hitsaussuutin |
| 4. Sulakammio | 8. Kuumailmapuhallin esilämmitykselle |

Kuva 2. Hitsauslankaa käyttävän ekstruuderin rakenne

4.2 Kuumakaasuhitsaus

Kuumakaasuhitsaus on eniten lähellä metallihitsausta, kuitenkin käytettävät lämpötilat ovat paljon alhaisemmat. Metallihitsauksesta tuttu kaasuliekki korvataan kuumalla ilmalla tai erikoistapauksissa inertillä kaasulla kuten typellä. Kuuma ilma puhalletaan suuttimen läpi hitsauskohtaan siten, että sekä hitsattava kohta ja hitsauslanka pehmenevät. Onnistuneeseen saumaan tarvittava paine saadaan painamalla hitsauslankaa saumakohtaan kohtisuoraan hitsaustasoa vastaan. /5/

4.3 Puskuhitsaus

Puskuhitsauksesta voidaan käyttää myös nimiä peilihitsaus ja kuumaelementtihitsaus. Puskuhitsauksessa hitsattavien kappaleiden hitsauskohtien välissä on kuuma lämmityslevy, joka kuumentaa kappaleet. Kun hitsattavien kappaleiden pinnat ovat tarpeeksi sulat, poistetaan välissä oleva lämmityslevy, jonka jälkeen kappaleet puristetaan yhteen ja annetaan jäähtyä. Lämmitys-, puristus- ja jäähtymisajat riippuvat täysin kappaleiden materiaaleista ja vahvuuksista. /5/

5 3D-MALLINNUS

3D-mallinnuksessa kaksiulotteisesta kuvasta tehdään kolmiulotteinen, jolloin sitä voidaan tarkastella jokaisesta kulmasta kuin valmista tuotetta. Se on nopeaa ja kustannustehokasta.

3D-mallinnusta on jo pitkään käytetty tuote- ja erilaisissa rakennesuunnitteluissa kuten rakennuksissa, mutta nykyään myös kasvavissa määrin tuotteiden markkinoinnissa ja esittelyissä asiakkaille.

3D-mallinnus on viimeisen vuosikymmenen aikana saanut aikaan sen, että nykyään suurin osa suunnittelusta ja piirtämisestä, joka ennen tehtiin käsin, tehdään nykyään eri valmistajien tuottamilla tietokoneavusteisilla suunnitteluohjelmilla.

Käsin piirtämisen ja 3D-suunnittelun suurimmat erot ovat tarkkuudessa ja tehokkuudessa. Kuva, jossa jokin tietty objekti toistuu useaan otteeseen, ei tarvitse piirtää kuin kerran ja sen jälkeen sen voi helposti kopioida. 3D-suunnittelussa mitat ovat tarkat ja todelliset. Kuvien muokkaaminen on nopeaa, virheettömämpää ja selkeämpää.

Opinnäytetyötä tehtäessä käytettiin NX 8.0-ohjelmaa mallintamiseen. /6/

6 TUOTEKEHITYS

6.1 Mitä on tuotekehitys?

Tuotekehityksen päämääränä on ideoida, tutkia, luoda ja kehittää yritykselle uusia tuotteita sekä palveluita jo olemassa olevien tilalle, karsia pois vanhentuneita kilpailukykyä menettäneitä tuotteita sekä palveluita /7/

Tuotekehityksen tavoitteena pitäisi aina olla

- asiakkaiden tyytyväisyys
- kannattavuus
- jatkuvuus
- ennakkoluulottomuus
- systemaattisuus. /8/

6.2 Miksi sitä tarvitaan?

Ympäristö sekä tarpeet muuttuvat jatkuvasti ja sen takia tuotekehitys on yritykselle elinehto. Näitä muutoksia ovat

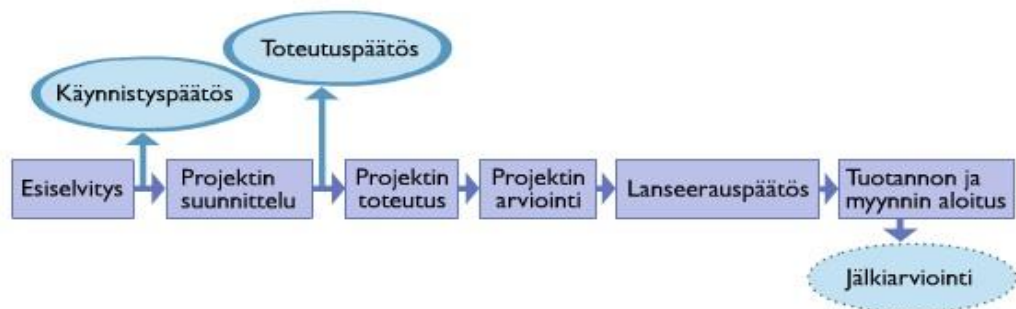
- kansainvälisen kilpailun lisääntyminen
- tuotteiden käyttöiän lyhentyminen
- lainsäädännön ja määräyksien muuttuminen
- elintapojen ja kulutustottumusten muuttuminen
- raaka-aine- ja energiakustannusten kasvaminen
- uusien ja korvaavien raaka-aineiden käyttöönotto
- teknologian kehittyminen
- kaupan rakenteen ja kilpailukyvyn muuttuminen
- työelämän pelisääntöjen muuttuminen
- ekologisuus. /8/

6.3 Tuotekehityksen vaiheet

Muutoksen tarve on suurin syy tuotekehityksen aloittamiselle. Tähän voi olla monta erilaista syytä, esimerkiksi vanhan tuotteen markkina-arvon lasku, kilpailun lisääntyminen, asiakkaan toive tai valmistusmenetelmien kehittyminen.

Kun muutoksen kohde ja tavoitteet on selvitetty, aloitetaan uuden tuotteen ideointi ja sen arviointi. Arvioinnista läpikäytyjen ideoiden kannattavuus ja käytettävyys tutkitaan useilta eri kanteilta. Katsotaan uuden idean edut nykyiseen ratkaisuun ja lasketaan hyödyt, joita sillä voidaan saavuttaa (**Kuva 3.**).

Tämän jälkeen aloitetaan varsinainen kehitystyö ja sen valmistuttua tuote tulisi testata ja arvioida huolellisesti. Jos tuote täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset, voidaan se ottaa käyttöön aloittamalla tuotanto ja vähitellen poistamalla vanha tuote markkinoilta (**Kuva 3.**). /8/



Kuva 3. Teollisuuden tuotekehitysprosessi

7 HAASTATTELUT

Heti aloituspalaverin jälkeen haastateltiin työntekijöitä, jotka vastaavat nykyisen ja myös tulevan pohjan eri valmistusvaiheista. Haastattelussa käytettiin apuna etukäteen paperille käsin piirrettyjä mahdollisia mallinnuksia.

7.1 Haastateltavat

- Poraaja - Pora liittymät kaivon pohjaan tai runkoputkeen
- Muovihitsaaja - Hitsaa kaivon kaikki osat yhteen. Valmistelee ja hitsaa pohjan osat yhdeksi
- Prässääjä – Ruiskupuristaa muovimassasta pohjan osat

7.2 Haastattelun tärkeimmät kohdat

- ei ulostyöntyviä kohtia pohjan yläpäähän, kuten nykyisessä mallissa, jotka vaikeuttavat varsinkin poraamista
- yhdestä osasta
- yksinkertainen muotoilu
- kevyt
- helppo irrottaa muotista prässissä
- laajennusmahdollisuus isommille kaivoille.

8 NYKYTILANNE JA TOIVOTTAVAT MUUTOKSET

Tässä kappaleessa analysoidaan tällä hetkellä käytössä olevan pohjan ominaisuuksia ja mitä uuteen pohjaan pyrittiin muuttamaan.



Kuva 4. Vanhan mallin luonnos

8.1 Paino

Nykyinen pohja painaa 128 kg koostuen kahdesta osasta (72 kg+56 kg). Uuden pohjan tavoitepainoksi sovittiin 120 kg (**Kuva 4.**).

8.2 Muotoilu

Muotoilusta haluttiin mahdollisimman yksinkertainen. Pohjasta täytyi tehdä yksiosainen, koska nykyinen kaksiosainen ei ole tarpeeksi kustannustehokas. Nykyisen pohjaratkaisun yläosan ulokkeesta ja pohjaosan kaarevasta osasta haluttiin päästä eroon, jolloin helpotetaan porausta ja hitsausta. Pohjaan tuli tehdä myös pieni syvennys ettei pohjan pinta pääse pyöristymään vaan pysyy tasaisena (**Kuva 4.**).

8.3 Valmistus

Tällä hetkellä pohja valmistetaan kahdesta eri osasta: Ø1125 mm puolipallosta ja Ø560 mm massiivipohjasta. Kumpaakin osaa joudutaan työstämään ennen kuin ne voidaan hitsata yhteen ja tästä työvaiheesta sekä hukkaan menevästä muovimasasta haluttiin eroon (**Kuva 4.**).

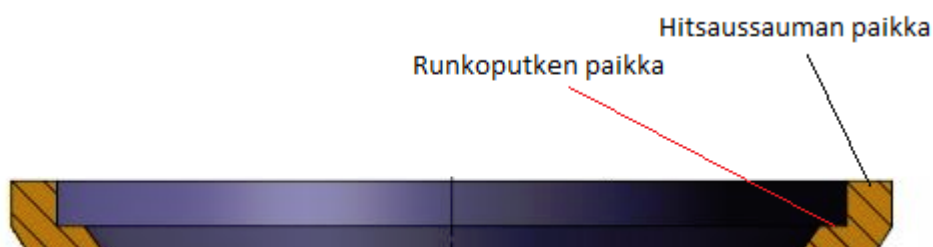
8.4 Poraus/hitsaus

Nykyisen mallin pohjan alaosan todella kaareva muotoilu vaikeuttaa niin poraamista kuin hitsaamista, joten tätä osaa haluttiin varsinkin suoraviivaistaa. Yhtenä toiveena oli päästä eroon turhista työvaiheista, johon kuului esimerkiksi runkoputken heftaus pohjaan ennen varsinaisen sauman tekemistä. Tästä päästiin eroon upottamalla runkoputki uuden pohjan sisään tuille, noin 4 cm pohjan yläpinnasta (**Kuva 4.**).

9 MALLINNUS

9.1 Pohjan yläosa

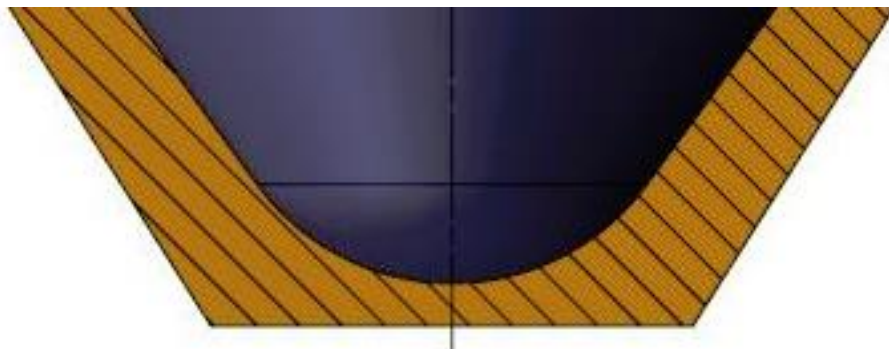
Mietittäessä paikkaa johon runkoputki sijoitetaan uudessa pohjamallissa, päädyttiin kahteen erilaiseen ratkaisuun. Ensimmäisenä oli, että nousuputki sijoitetaan pohjan yläpinnalle johon tehdään pieni koroke hitsaussaumalle. Toinen oli, että runkoputki upotetaan 8 cm yläpinnasta kaivon sisälle ja istuu sille tehdyn kavennetun osan pinnalle. Hitsausseama tulee pohjan yläpinnalle jolloin ei tarvita ollenkaan heftausseamaa ja säästetään aikaa ja hitsauslankaa. Näistä vaihtoehdoista päädyttiin jälkimmäiseen (**Kuva 5**).



Kuva 5. Uuden pohjan yläosan mallinnus

9.2 Pohjan alaosa

Ensimmäisissä mallinuksissa alaosa meni suoraan viistosti alas, mutta huomattiin, että silloin pohjan leveydestä tulisi liian pieni ja näin ollen kaivosta ei tulisi tasapainoinen vaan kiikkerä. Päädyttiin tekemään pystysuora osa aina sisäpuolen kupin alaosaan asti ja siitä eteenpäin viistosti ylöspäin (**Kuva 6.**).

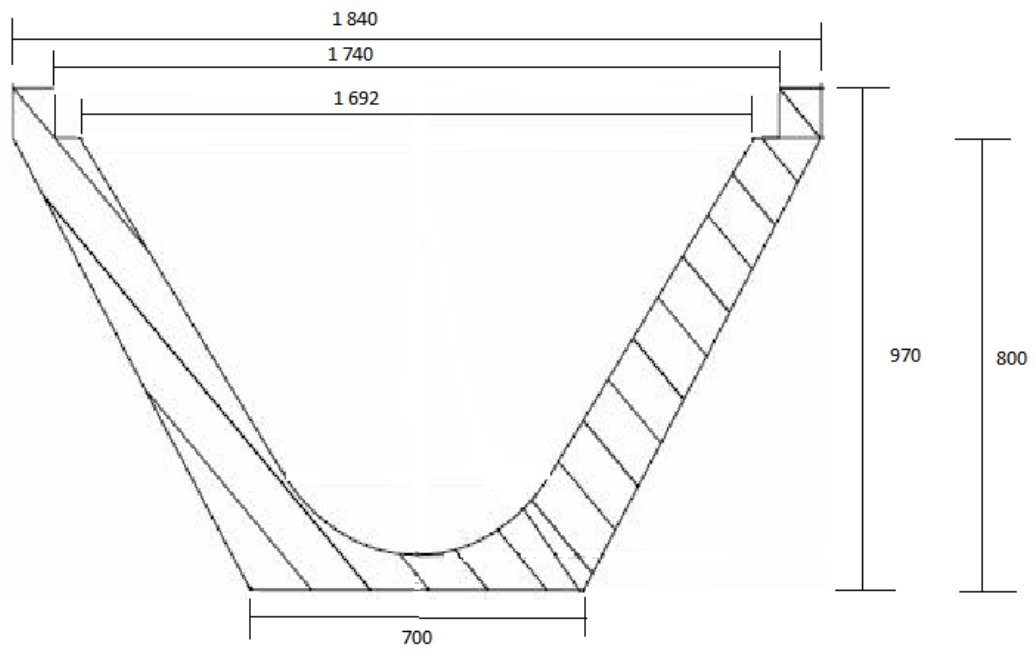


Kuva 6. Pohjan alaosa

9.3 Pohjan sisäkuppi

Pohjan sisäkupin muodon määritteli pääasiassa kolme asiaa:

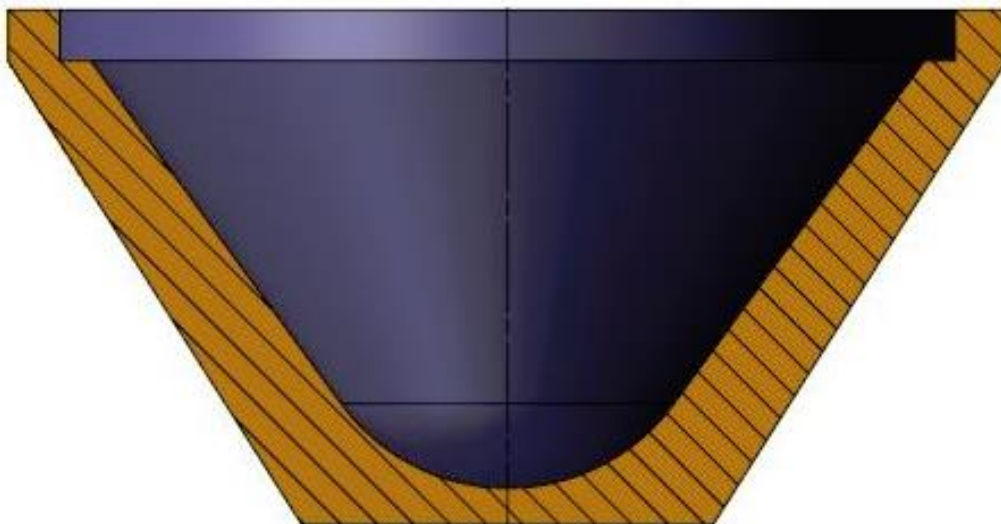
- Seinämän paksuudeksi haluttiin 60 millimetriä. Tätä ei voitu toteuttaa suorilla seinämillä vaan jouduttiin muoto tekemään kahdella viistolla pinnalla ja pohjakupilla
- Standardi RT 66-10496, jonka mukaan pohjakourun korkeuden jätevesien tarkastuskaivoissa tulisi olla vähintään puolet putken halkaisijasta.
- Pohjaan täytyi pystyä poraamaan maksimissaan halkaisijaltaan Ø800 mm oleva liittymä. Näin ollen pohjakupin halkaisijaksi laitettiin Ø1 120 mm.

10 MITAT**Kuva 7.** Uuden mallin mitat

11 VALMIS TUOTE

Lopputuloksena saatiin mallinnus uudesta pohjasta jonka edut nykyiseen malliin ovat:

- Tehdään yhdestä osasta
- Muovimassaa kappaletta kohden kuluu noin 3-5 kilogrammaa vähemmän
- Ylimääräistä hukkaan menevää massaa ei synny
- Työtunteja kappaletta kohden kuluu noin 45 minuuttia vähemmän
- Muotoilun vuoksi liittymien poraus ja uloshitsaus helpompaa ja nopeampaa



Kuva 8. Poikkileikkauskuva valmiista mallista.

12 YHTEENVETO

Työtä voidaan pitää onnistuneena. Saatiin mallinnus uudesta pohjaratkaisusta, jossa on poistettu tai parannettu ongelmakohtia, joita vanhasta pohjasta listattiin ensimmäisessä kokouksessa. Kaikki halutut muutokset saatiin toteutettua eikä tarvetta jatkokehitykselle löydetty.

Työn tekijän näkökulmasta aihe oli sopivan haastava ja laaja. Työn haastavin ja pitkäkestoisin osuus oli mallinnus ja varsinkin sen hiominen kaikkien vaatimusten mukaiseksi. Haastavuutta toi myös uuden mallin paino ja seinämien paksuus, joiden saaminen mahdollisimman pieneksi osoittautui yllättävän vaikeaksi.

Suunnittelutyötä helpotti huomattavasti selkeät tavoitteet ja vaatimukset, jotka ei muuttuneet työn edetessä juurikaan muutamia mittoja lukuun ottamatta.

LÄHTEET

- /1/ <http://investors.uponor.com/fi/ir-aineisto-ja-uutiset/sijoittajauutiset/uponor-ja-kwh-yhtyma-yhdistavat-yhdyskuntatekniset> Viitattu 8.1.2015
- /2/ <http://www.kwhfreeze.fi/toiminta> Viitattu 8.1.2015
- /3/ http://www.kwhgroup.com/English/History/Birth_of_the_KWH_Group Viitattu 8.1.2015
- /4/ <https://www.uponor.fi/yritys/historia.aspx> Viitattu 8.1.2015
- /5/ <http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/139/202/> Viitattu 17.1.2015
- /6/ <http://tunturimedia.fi/3d-mallinnus/> Viitattu 19.1.2015
- /7/ <http://users.jyu.fi/~lrl/tommi/wts/wts.ppt> Viitattu 20.1.2015
- /8/ <http://koulut.tampere.fi/materiaalit/to/tuotekehitys> Viitattu 5.2.2015
- /9/ <https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bk20a2100/.../polymeerit.pdf> Viitattu 20.2.2015